

Helsinki 30.7.2004

E T U O I K E U S T O D I S T U S
P R I O R I T Y D O C U M E N T



Hakija
Applicant

Asperation Oy
Espoo

Patentihakemus nro
Patent application no

20030945

Tekemispäivä
Filing date

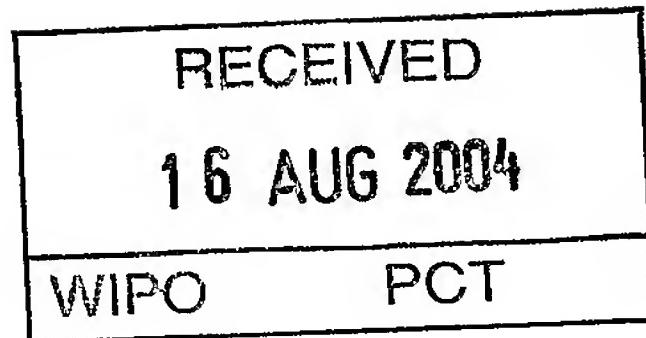
25.06.2003

Kansainvälinen luokka
International class

H04R

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Sähkömekaaninen muuttaja ja valmistusmenetelmä"



Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Pirjo Kanka
Tutkimussihteeri

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kaappa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Sähkömekaaninen muuttaja ja valmistusmenetelmä

Esillä oleva keksintö liittyy sähkömekaanisiin muuttajiin, jotka muuttavat äänienergiaa sähköiseksi signaaliksi tai päinvastoin. Erityisesti keksintö koskee patenttivaatimuksen 1 5 johdannon mukaista muuttajaa.

Keksintö koskee myös patenttivaatimuksen 9 johdannon mukaista menetelmää sähkömekaanisen muuttajan valmistamiseksi.

- 10 Tyypillinen sähkömekaaninen muuttaja on kaiutin tai mikrofoni. Esimerkiksi kannettavissa kommunikointilaitteissa kuten matkapuhelimissa on mikrofoni ja kaiutin. Tyypillinen matkapuhelimen mikrofoni on elektreetti mikrofoni. Kaiutin käsittää tyypillisesti äänikelan tai pietsosähköisen elementin.
- 15 Eräs matkapuhelinten tuotekehityksen kohde on laitteen sisältämien komponenttien integroiminen nykyistä kompaktimmin laitteen mekaanisiin rakenteisiin kuten puhelimen kuoreen. Tällaisella kehityksellä tavoitellaan entistä pienempiä laitteen kokoa ja painoa sekä yksinkertaisempia ja kustannustehokkaampia valmistusmenetelmiä.
- 20 Lähintä tunnettua tekniikka edustavassa ratkaisussa varattu kalvo on tuettu reunoiltaan ja sijoitettu sopivan välimatkan päähän elektrodeista, joita voi olla kalvon toisella puolella tai molemilla puolilla. Eurooppalaisesta patenttijulkaisusta nro EP 1 244 053 tunnetaan matkapuhelimen kaiutin ja mikrofoni, joissa hyödynnetään itsevarautunutta eristävää polymeerikalvoa. Julkaisun esittämässä ratkaisussa sähkömekaaninen ertsitekalvo (electromechanical dielectric, EMD) on tuettu reunoistaan ja integroitu puhelimen kuoren pintaan. Toimiessaan kaiuttimena EMD-kalvo muuttaa siihen sähköisestä piiristä metallielektrodien avulla kytketyn sähköisen signaalin äänienergiaksi värähtelemällä edestakaisin. Vastaavasti toimiessaan mikrofonina EMD-kalvo muuttaa äänienergian sähköiseksi signaaliksi.
- 25 30 Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on saada aikaan kehittynyt ja taloudellinen muuttaja ja valmistusmenetelmä, joiden avulla kyötään integroimaan muuttaja osaksi muuta rakennetta, esimerkiksi laitteen kuorirakennetta.

Keksintö perustuu siihen ajatukseen, että muuttaja koostuu useista rinnakkaisista muuttajaelementeistä. Niinpä eksinnön mukaan värähtelevä kalvo sijoitetaan kahden elektrodin vaikutuspiiriin siten, että kalvoa tuetaan useista kohdista tukirakenteen avulla siten, että kalvolla on useita tukipisteitä, joiden välisellä alueella kalvo voi värähdellä.

- 5 Näin muuttajaan muodostuu useita rinnakkaisia värähtelijöitä, jotka ovat vuorovaikutuksessa elektrodien kanssa. Edelleen tukirakenne sovitetaan siten, että kalvon molemmille puolille jää värähtelytilaa, mikä mahdollistaa kalvon värähtelyn kalvon molempien pintojen suuntaan.

- 10 Joissakin sovellusmuodoissa kalvo puristetaan ainakin toista elektrodia vasten kalvon ja elektrodirakenteen väliin sovitettujen harjanteiden avulla. Tällöin harjanteiden väliin jäävät kalvon osat voivat värähdellä. Harjanteet voidaan muodostaa esimerkiksi yhteen elektrodiin, molempiin elektrodeihin, elektrodien ulkopuoliseen tukirakenteeseen, itse värähtelevään kalvoon tai erilliseen sovitusrakenteeseen, joka sijoitetaan kalvon ja tukipinnan väliin.

- 15

- Jotta ilman kokoonpuristuminen kalvoa ympäröivissä kaviteeteissa ei aiheuttaisi värähtelyvastusta, joissakin sovellusmuodoissa kaviteetit yhdistetään ulkoilmaan tai suurempaan ilmatilaan aukkojen tai kanavien avulla. Joissakin sovellusmuodoissa näillä aukoilla tai kanavilla voi olla suotuisa vaikutus myös äänen etenemiseen värähtelevän kalvon ja muuttajan ympäristön välillä. Joissakin sovellusmuodoissa aukot tai kanavat muodostetaan elektrodirakenteeseen.

- 20 Keksinnön sovellusmuodoissa elektrodi, jota vasten kalvo on sovitettu tukirakenteiden avulla, valmistetaan tyypillisesti suhteellisen jäykäksi siten, että värähtely tapahtuu pääasiassa värähtelevässä kalvossa mainitun elektrodin pysyessä oleellisesti liikkumattomana. Niinpä mainitun elektrodin materiaali valitaan siten, että se on riittävän jäykkä suhteessa kalvoon. Elektrodin materiaali voi olla itsessään johtava tai se voidaan pinnoittaa johtavaksi. Elektrodimateriaalin on mielellään myös sellainen, että siihen on mahdollista muodostaa aukkoja tai kanavia kalvon ja ympäristön välille.

Joissakin sovellusmuodoissa tukirakenteet ja elektrodin pinta rajaavat värähtelytiloja eli kaviteetteja kalvon värähtelyn mahdollistamiseksi. Tällöin tukirakenteet muodostavat kohokuvioinnin, kuten pylväs-, palkki- tai verkkomatriisin, kalvon pinnan suunnassa,

jolloin syntyy joukko rinnakkaisia värähtelytiloja. Kohokuviointi voi olla myös epäsäännöllinen. Värähtelytilat sinänsä voivat olla yhteydessä toisiinsa tai erillisiä.

Täsmällisemmin sanottuna keksinnön mukaiselle muuttajalle on tunnusomaista se, mikä on 5 esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

Keksinnön mukaisille valmistusmenetelmille on puolestaan tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 9 ja 14 tunnusmerkkiosissa.

10 Keksinnön avulla saavutetaan huomattavia etuja. Keksinnöllä saadaan aikaan vähän tilaa vievä ja valmistusmenetelmältään yksinkertainen muuttajaelementti.

Keksinnöllä on myös runsaasti edullisia sovellusmuotoja, jotka tarjoavat merkittäviä lisäetuja. Joissakin sovellusmuodoissa voidaan esimerkiksi käyttää kalvoa, jonka 15 sähköstaattinen varaus on suuri, esimerkiksi luokkaa $500 - 2000 \mu\text{C}/\text{m}^2$, sillä kalvon värähtelyetäisyys voidaan helposti hallita. Valmistusmenetelmä on myös helposti sovellettavissa massatuotantoon ja valmistuskustannukset jäävät alhaisiksi.

Keksintöä ryhdytään seuraavassa lähemmin tarkastelemaan sovellusesimerkkien avulla ja 20 oheisiin piirustuksiin viitaten. Sovellusesimerkkejä ei ole millään muotoa tarkoitettu rajaamaan patenttivaatimusten määrittelemää suoja-alueen.

Kuvio 1a esittää poikkileikkauskuksen yhdestä keksinnön mukaisesta muuttajasta.

25 Kuvio 1b esittää poikkileikkauskuvana keksinnön toisen sovellusmuodon mukaisia muuttajaelementtejä.

Kuvio 2 esittää poikkileikkauskuvin kaksi elektrodi- ja tukirakennetta, jotka ovat vaihtoehtoisia kuvioiden 1a ja 1b esittämille elektrodi- ja tukirakenteille.

30 Kuviossa 3 esittää poikkileikkauskuvin keksinnön yhtä sellaista sovellusmuotoa, jossa kalvon tukirakenne on valmistettu osaksi kalvoa.

Kuviot 4a, 4b ja 4c esittävät kalvon pintaan kohti katsottuna joitakin vaihtoehtoja tukirakenteen kuvioiksi.

Kuvio 1a esittää poikkileikkauksen muuttajasta, jossa on useita rinnakkaisia

5 muuttajaelementtejä (ylempi kuva). Kuviossa 1a on esitetty myös muuttajasta otettu poikkileikkaus, jossa on tarkemmin nähtävissä kaksi rinnakkaista muuttajaelementtiä.

Kuvion 1a muuttajaelementit käsittävät väärähtelemään sovitetun kalvon 3, joka on varattu pysyvällä varauksella tai bias-jännitteen avulla. Kalvo tuetaan harjanteiden 4 ja 5 välillä useasta tukipisteestä, jolloin kalvoon 3 muodostuu useita rinnakkaisia väärähtelijöitä.

10 Kuvion 1a sovellusmuodossa harjanteet 4 ja 5 ovat pitkänomaisia siten, että ne ulottuvat läpi koko muuttajan kuvion 1a pintaan vastaan kohtisuorassa suunnassa. Harjanteet 4 ja vastakappaleen harjanteet 5 on kohdistettu toisiinsa siten, että harjanteet 4 ja 5 ovat yhdensuuntaiset ja sijoittuvat kohdakkain kalvon 3 vastakkaisille puolille. Kuvion 1a sovellusmuodossa harjanteet 4 ja 5 siis erottavat rinnakkaiset väärähtelijät toisistaan, mutta 15 joissakin sovellusmuodoissa väärähtelijät ovat yhteydessä ainakin joihinkin toisiin väärähtelijöihin. Näin on esimerkiksi sellaisessa sovellusmuodossa, jossa harjanteet 4 ja 5 ovat pistemäisiä. Kuvion 1a voidaan ajatella esittävän myös tällaista sovellusmuotaan, mikäli harjanteiden 4 ja 5 ajatellaan olevan lyhyitä kuvion 1a pintaan vastaan kohtisuorassa suunnassa.

20

Kuvion 1a sovellusmuodossa harjanteet 4 ja 5 on muodostettu runkomateriaaliin 6, joka voi olla esimerkiksi soveltuva muovia. Elektrodit 1 ja 2 on muodostettu runkomateriaalin 6 pinnalle pinnoittamalla runkomateriaali toiselta pinnaltaan johtavalla kerroksella, esimerkiksi metallikerroksella. Ennen pinnoitusta runkomateriaaliin 6 on valmistettu 25 aukkoja 7, jotka sijoittuvat harjanteiden 4 ja 5 väleihin. Valmistustekniikan mukaan aukot 7 ja harjanteet 4, 5 voidaan valmistaa myös runkomateriaalikappaleen 6 muodostamisen yhteydessä.

Kuvion 1a mukaisesta kalvo 3 puristuu harjanteiden 4 ja 5 välillä useista tukipisteistä siten, 30 että tukipisteiden välillä jäävä osa kalvosta 3 voi väärähdellä vapaasti. Väärähtelyn mahdollistamiseksi runkomateriaalikappale 6 käsittää syvennykset vierekkäisten harjanteiden 4 ja vastaavasti vierekkäisten harjanteiden 5 välissä. Nämä syvennykset muodostavat kalvolle 3 väärähtelytiloja 8 eli kaviteetteja. Kaviteetit 8 ovat aukkojen 7 välityksellä yhteydessä runkomateriaalikappaletta 6 ympäröivään ilmatilaan, jolloin kalvon

- 3 värähdellessä kaviteetin 8 ilmanpaine pääsee tasaantumaan aukon 7 kautta. Tämä vähentää kalvon 3 värähtelyvastusta. Kuvion 1a esittämät aukot 7 voidaan korvata myös muilla vastaavilla aukoilla tai kanavilla, jotka kykenevät toteuttamaan vastaavan toiminnon. Joissakin sovellusmuodoissa aukot 7 tai vastaavat kanavat voidaan sulkea joustavan kalvon avulla. Tällöin joustava kalvo estää lian ja kosteuden pääsyn kaviteettiin 8 ja kosketukseen kalvon 3 ja elektrodien 1 ja 2 kanssa. Joustavan kalvon värähteleminen kaviteetin 8 ilmanpaineen mukana kuitenkin tehokkaasti tasaa kaviteetin ilmanpainetta ja välittää äänen kalvolta 3 muuttajan ympäristöön ja päinvastoin.
- 10 Kuvion 1a sovellusmuodossa elektrodit 1 ja 2 ulottuvat myös aukkojen 7 sisäpinnoille. Tämä voidaan saada aikaan käyttämällä sopivaa pinnoitusmenetelmää. Elektrodin ulottuminen aukkoon 7 ei ole kuitenkaan välttämätöntä, mutta tämän piirteen avulla voidaan lisätä kalvoon 3 kohdistettavissa olevan sähkökentän voimakkuutta.
- 15 Kuviossa 1b on esitetty kaksi poikkileikkausta toisesta sovellusmuodosta, jossa perusmateriaalikappaleet 6 ja elektrodit 1 ja 2 on valmistettu kuvion 1a sovellusmuodon tapaan, mutta harjanteet 4 ja vastakkappaleen harjanteet 5 on kohdistettu toisiinsa siten, että harjanteet 4 ja 5 tulevat oleellisesti kohtisuoraan toisiinsa nähden. Kuvion 1b sovellusmuodossa harjanteet 4 ja 5 siis erottavat rinnakkaiset värähtelijät toisistaan ainoastaan osittain. Kuvion 1b ylemmässä kuviossa poikkileikkaus on otettu harjannetta 5 pitkin, jolloin poikkileikkauksessa kalvon 3 toiselle puolelle näyttää rajautuvan kaviteetteja 8 harjanteiden 4 väliin. Kaviteetit 8 ovat kuitenkin yhteydessä toisiinsa ainakin kalvon toisen pinnan puolelta, mikä käy esille harjannetta 4 pitkin otetusta poikkileikkauksesta (alempi kuvio 1b).
- 20 25 Kuvioiden 1a ja 1b esittämässä sovellusmuodoissa varattu kalvo 3 on sovitettu kahden elektrodiin 1, 2 väliin. Elektrodeihin 1,2 tai perusmateriaalikappaleisiin 6 muodostetut harjanteet 4, 5 muodostavat kalvon 3 tukirakenteet, joiden avulla kalvo puristuu elektrodien 1, 2 väliin. Harjanteet 4, 5 ja elektrodien pinta muodostavat varatulle kalvolle värähtelytilan 8. Harjanteet, jotka muodostavat tukirakenteet, voivat olla esimerkiksi pylvään, palkin tai verkon muodossa. Rakenne sinänsä ei kuitenkaan edellytä harjanteilta tai muilta vastaavilta tukipisteiltä mitään säännöllistä muotoa, vaan tukipisteet voivat sijaita myös epäsäännöllisen kuvion mukaisesti. Joitakin mahdollisia kuviointejä on esitetty kuvioissa 4a, 4b ja 4c. Elektrodiin on muodostettu myös kanavia tai aukkoja 7.

Kuviossa 1a elektrodeihin muodostetut harjanteet 4,5 on sovitettu vastakkain, jolloin kalvo 3 pääsee värähtelemään kahteen suuntaan samassa kohtaa kalvon 3 pinnan suuntaista tasoa.

Kuviossa 1b elektrodeihin muodostetut harjanteet 4,5 ja kalvon 3 värähtelytilat 8 on

- 5 sovitettu eri kohtiin kalvon 3 pinnan suuntaista tasoa, jolloin kalvo 3 pääsee värähtelemään myös kahteen suuntaan, mutta eri kohdissa kalvon 3 pinnan suuntaista tasoa.

Kuviossa 2 esitetty esitetyt vaihtoehtoisia tuki- ja elektrodirakenteita, joilla voidaan hyvin korvata esimerkiksi kuvioissa 1a ja 1b esitetty elektrodirakenne. Ylemmässä kuvion 2

- 10 esittämässä rakenteessa harjanteet 5 on muodostettu johtavan elektrodin 2 pinnalle elektrodin 2 valmistuksen jälkeen. Tukirakenteet voidaan valmistaa esimerkiksi tunnettujen painotekniikkoiden avulla tai syövytystekniikoita käyttäen. Alemmassa kuviossa 2 elektrodipinnoitus 2 on valmistettu ainoastaan aukkoihin 7 ja kaviteettien 8 alueille.

Tällöin harjanteiden 5 pinnalla ei ole johtavaa kerrosta. Käytettäessä tällaisen

- 15 sovellusmuodon mukaista tuki- ja elektrodiratkaisua muuttajan kalvo 3 voi olla myös itsessään johtava. Mikäli elektrodit 1 ja 2 ovat kosketuksessa kalvoon 3, kalvon johtavuuden tulisi olla pieni, jotta muuttajan sähköinen toiminta ei häiriinny.

Kuviossa 3 on esitetty yksi toinen ratkaisu kalvon 3 värähtelytilojen 8 ja tukirakenteiden

- 20 muodostamiseksi. Kuvion 3 ratkaisussa tukirakenne on valmistettu osaksi kalvoa. Tällöin perusmateriaalikappaleen 6 ja elektrodien 1 ja 2 pinta voi olla tasainen, mikä yksinkertaistaa elektrodin valmistusta. Kuvion 3 ylempi kuvio esittää tämä sovellusmuodon mukaista kalvoa 3, joka sisältää kohoumat 4, 5, jotka vastaavat edellisten sovellusmuotojen harjanteita 4, 5. Edellisten sovellusmuotojen tapaan kohoumat tai 25 harjanteet 4, 5 voivat olla pitkänomaisia harjanteita, pylväitä, palkkeja tai minkä muotoisia ulokkeita tahansa, jotka kykenevät tukemaan kalvon 3 elektrodien 1 ja 2 väliin siten, että kalvon värähtely mahdollistuu ja rakenteesta tulee mekaanisesti riittävän luotettava.

Kuvioissa 4a, 4b ja 4c on esitetty esimerkkejä joistakin soveltuvista tukirakennetyypeistä.

- 30 Kuvioissa harjanteet tai muut tukirakenteet on esitetty tummennettuina. Kuvion 4a rakenteessa, tukirakenne on muodostettu palkeista, jotka on sovitettu ristikkäin kalvon molemmille puolille. Kuvioiden 4b ja 4c esimerkeissä tukirakenne muodostuu eri muotoisista pylväistä. Tyypillisesti harjanteiden tai muiden tukirakenteiden muodostamien vierekkäisten tukipisteiden välinen välimatka on välillä noin 200 µm – 5 mm.

- Elektrodi voidaan rakentaa materiaalista, joka on riittävän johtavaa tai joka voidaan pinnoittaa johtavalla materiaalilla. Elektrodirakenteen tulee mahdollistaa äänen välittäminen kalvon ja ympäristön välillä. Tähän päästään esimerkiksi muodostamalla 5 rakenteeseen aukkoja 7. Mikäli elektrodit ovat taipuisaa materiaalia, muuttaja voidaan valmistaa 3-dimensioiseen muotoon. Muuttajarakenteen taivuttaminen on mahdollista, sillä värähtelevä kalvo muodostuu pienistä rinnakkaisista värähtelijöistä. Elektrodi voi olla esimerkiksi johtavalla materiaalilla päälystetty polymeerikalvo, jonka paksuus on esimerkiksi välillä 0,1 mm – 5 mm.
- 10 Muuttajan elektrodi voi olla muodostettu kannettavan laitteen koteloon, jolloin elektrodi on edullisesti osa koteloa. Kuten edellä on mainittu, rinnakkaisista elementeistä muodostettua muuttajarakennetta on mahdollista taivuttaa, joten edullisen sovellusmuodon mukainen muuttaja voidaan sijoittaa myös kannattavan laitteen kotelossa kaarevaan kotelon osaan.
- 15 Tällä saavutetaan merkittävää etua kannettavien laitteiden suunnittelun ja muotoilun kannalta. Riittävän suuren planaarisen muuttajan sijoittaminen pieneen kannettavaan laitteeseen voi nimittäin asettaa merkittäviä rajoitteita laitteen suunnittelulle ja muotoilulle. Keksinnön edullisen sovellusmuodon mukainen muuttajarakenne voidaan sen sijaan integroida osaksi kaarevaa kappaletta, kuten matkaviestimen kotelorakennetta. Vastaavalla 20 tavalla muuttaja voitaisiin sijoittaa myös kameran tai tietokoneen tai jopa silmälasienvai kynän kuoreen tai muuhun rakenteeseen. Muuttaja voidaan siis muotoilla lähes mihin muotoon tahansa, sen sovittamiseksi käytettävissä olevaan tilaan.
- 25 Elektrodin dimensiot kuten paksuus ja aukkojen muoto ja koko määräytyvät käytettävissä olevan signaalijännitteen, kalvon mekaanisten ominaisuuksien ja varauksen suuruuden perusteella. Dimensioiden valinta määräytyy myös käytetyn valmistusprosessin ja sen suorituskyvyn mukaan. Aukot asemoidaan tukirakenteiden väliin, edullisesti tukirakenteen ja elektrodin pinnan rajaaman tilan keskelle. Aukkojen määrä, koko, muoto ja asemointi tukirakenteiden välissä on edullisesti sellainen, että kalvon mahdolismman vapaa värähtely on mahdollista, jolloin saadaan aikaan riittävän voimakas äänenpaine.
- 30 Staattorielektrodin rakenne on sellainen, että äänienergia mahdolismman vähän absorboituu rakenteeseen. Elektrodiin muodostettujen aukkojen halkaisija voi olla esimerkiksi välillä 10 μm – 2000 μm , käytännössä yleensä välillä noin 200 μm – noin 1000 μm .

Elektrodeihin tuodaan ohjausjännite esimerkiksi rakenteisiin valmistettuja johtimia pitkin. Koska rakenne on suuri-impedanssinen, joissakin sovellusmuodoissa voidaan sallia myös suuri kontaktiresistanssi, mikä mahdollistaa useiden erilaisten liittämismenetelmien 5 käytämisen muuttajarakennetta valmistettaessa.

Edellä on esitetty sovellusmuotoja, joissa kalvon 3 molemmen puolin sijoitetaan yksi kalvosta erillinen elektrodi. Muuttaja voidaan kuitenkin rakentaa myös siten, että toinen elektrodi muodostetaan väärätelevän kalvon 3 pintaan pinnoittamalla kalvo johtavalla 10 materiaalilla. Elektrodien valmistamisella kalvosta 3 erillisiksi saavutetaan kuitenkin laajempi väärähtelyamplitudi, joten useimmissa sovellusmuodoissa on edullista valmistaa kaksi kalvosta 3 erillistä elektrodia 1 ja 2.

Tukirakenteen (esimerkiksi harjanteet 4 ja 5) ei tarvitse olla johtavaa materiaalia eikä sen 15 pinnoilla tarvita johtavaa pinnoitetta. Tukirakenteen suurin korkeus on tyypillisesti alle 1000 µm ja käytännön sovellusmuodoissa tavallisesti välillä noin 20-200 µm. Dimensiot määritetään sovellusmuodon mukaan tarvittavan äänepainetason ja tämän edellyttämän kalvon 3 liikevaran perusteella.

20 Kalvoon 3 muodostetaan pysyvä varaus tai siihen kytketään bias-jännite varauksen aikaansaamiseksi. Bias-jännitteentä aikaan saamiseksi kalvon sisällä tai pinnalla on metallointi tai muu johtava rakenne. Monissa sovellusmuodoissa kalvo 3 voi olla pysyvästi varattu polymeeristä valmistettu sähkömekaaninen eristekalvo. Tyypillinen kalvon 3 paksuus on välillä 2 – 200 µm.

25 Kalvo voi olla kiinnitetty elektrodirakenteeseen esimerkiksi liiman tai ultraäänihitsauksen avulla. Kalvo voi olla kiristetty sopivan esijännitykseen. Kalvo voi olla varattu myös esimerkiksi koronapurkauksen avulla.

30 Muuttajaelementti voidaan valmistaa esimerkiksi siten, että ensin valmistetaan ensimmäinen elektrodi. Elektrodi voidaan valmistaa esimerkiksi eristävästä muovista ruiskupuristamalla. Tämän jälkeen muovikappaleen toinen pinta pinnoitetaan johtavaksi. Elektrodi voidaan valmistaa myös jollakin muulla menetelmällä ja jostakin muusta materiaalista, esimerkiksi jyrsimällä itsessään johtavasta materiaalista, kuten metallista.

Samassa yhteydessä voidaan valmistaa myös toinen elektrodi, joka muodostaa vastakappaleen ensimmäiselle elektrodille.

Seuraavaksi valmistetaan värähtelevä kalvo. Kalvo voidaan valmistaa esimerkiksi

5 leikkaamalla sopivasta kalvomateriaalista. Itse kalvon valmistaminen on sinänsä hyvin tunnettua ja sopivaa kalvomateriaalia on saatavissa kalvotoimittajalta. Vastaavalla tavalla elektrodit on mahdollista tilata valmiina kappaleina, joten elektrodien ja kalvon valmistusjärjestyksellä ei sinänsä ole mitään merkitystä.

10 Tämän jälkeen kalvo asetetaan elektrodien väliin ja elektrodit painetaan yhteen sopivalla voimalla. Mikäli kalvon paikallaan pysyminen halutaan varmistaa, kalvo voidaan liimata kiinni jompaankumpaan tai molempien elektrodeihin liimalla. Liima voidaan annostella esimerkiksi elektrodin tai kalvon sisältämien harjanteiden tai muiden tukipisteiden pinnalle. Vaihtoehtoisesti kalvo voidaan liittää elektrodirakenteeseen jollakin muulla 15 menetelmällä, esimerkiksi termokompressio- tai ultraäänihitsausmenetelmällä.

Joissakin sovellusmuodoissa kalvo kiristetään määrätyyn esijännitykseen ennen kalvon kiinnittämistä elektrodiin ja elektrodien painamista vastakkain, jolloin muuttajaan muodostuvat rinnakkaiset värähtelijät saavat vastaavan esijännityksen. Esijännityksen suuruudella 20 voidaan vaikuttaa muodostuvien muuttajaelementtien värähtelyominaisuuksiin.

Kun kalvo on kiinnitetty elektrodiin, kalvo voidaan varata sopivalla varausmenetelmällä, esimerkiksi koronapurkauslaitteen avulla. Varaus voi olla positiivinen tai negatiivinen. Valmistuksessa voidaan käyttää myös valmiiksi varattua kalvoa, jolloin varausvaihetta ei enää tarvita. Kalvon varamisella kiinnittämisen jälkeen saavutetaan kuitenkin tiettyä etua. 25 Tällöin voidaan ainakin joissakin sovellusmuodoissa parantaa varauksen säilymistä kalvossa myöhempien valmistusvaiheiden aikana. Näin voidaan päästää suurempaan kalvon varaustiheyteen.

Seuraavassa vaiheessa pysyvästi varattu kalvo-elektrodivalmiste kiinnitetään toiseen 30 elektrodirakenteeseen, joka voi olla esimerkiksi laitteen kotelossa. Tällöin muodostuu edellä esitetty muuttajarakenne. Mikäli toinen elektrodeista valmistetaan laitteen kuoreen, esimerkiksi matkaviestimen kuoreen, elektrodimetalointia tehtäessä voidaan kuoren pinnalle valmistaa myös muita tarvittavia johdotuksia ja johdekuvioita. Yksi esimerkki on antennin valmistaminen samassa prosessivaiheessa.

Joissakin sovellusmuodoissa molemmat elektrodit valmistetaan yhteen kappaleeseen siten, että kappale käsittää ensimmäisen alueen ensimmäisen elektrodin muodostamista varten sekä toisen alueen toisen elektrodin muodostamista varten. Edelleen kappale käsittää 5 ensimmäisen ja toisen alueen välillä taipuisan osan, saranan tai vastaavan siten, että ensimmäinen ja toinen alue voidaan käännytä toisiaan vasten muodostamaan ensimmäisen ja toisen elektrodin. Kalvo voidaan sijoittaa näiden elektrodien väliin ja tarvittaessa liimata tai muutoin kiinnittää jompaankumpaan elektrodeista. Voidaan myös ajatella, että laitteen kuoreen valmistetaan toinen elektrodi tai tähän kiinnitetään kalvo-elektrodivalmiste 10 sovitusliitoksen, saranan tai vastaavan avulla siten, että kalvo-elektrodivalmiste on helppo liittää paikoilleen laitteen kuoreen ja tarvittaessa myös helppo irrottaa ja korvata uudella.

Keksinnön puitteissa voidaan ajatella runsaasti myös muita sovellusmuotoja. Myös edellä esitetyt dimensiot ovat esimerkinomaisia ja kuvaavat tiettyihin sovellusmuotoihin 15 soveltuvia rakenteita, eikä niitä ole tarkoitettu rajaamaan keksinnön suoja- ja piiriä vaatimuksissa esitystä. Yleisemmin rakenteen dimensiot määräytyvät käytettäväissä olevan signaalijännitteen, kalvon mekaanisten ominaisuuksien ja varauksen suuruuden perusteella. Dimensioiden valintaan vaikuttaa myös käytetty valmistusprosessi ja sen suorituskyky. Vastaavalla tavalla muuttajan ja valmistusmenetelmän yksityiskohtiin tehdään tarpeellisia 20 muutoksia sovelluskohteeseen vaativuusten mukaisesti.

Patenttivaatimukset:

1. Sähkömekaaninen muuttaja äänienergian muuttamiseksi sähköiseksi signaaliksi tai päinvastoin, joka muuttaja käsittää kalvon (3), kaksi elektrodia (1, 2), joiden välinen 5 sähkökenttä on ohjattavissa tai mitattavissa, sekä tukirakenteen (4, 5), jonka varaan kalvo (3) on sovitettu värähtelemään vuorovaikutuksessa sähkökentän kanssa, **tunneltu** siitä, että etä

- tukirakenne (4, 5) käsittää useita tukipisteitä (4; 5), jotka on asemoitu siten, etä kalvoon (3) muodostuu useita rinnakkaisia värähtelijöitä.

10

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen muuttaja, **tunneltu** siitä, että tukirakenteet (4, 5) ja elektrodit (1, 2) rajaavat rinnakkaisille värähtelijöille kaviteetteja (8) kalvon (3) molemmille puolille, jolloin kalvo (3) voi värähdellä lepoasennostaan molempien suuntiin.

15

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen muuttaja, **tunneltu** siitä, että ainakin osa kaviteeteista (8) sijaitsee oleellisesti kohdakkain kalvon (3) molemilla puolilla, jolloin muuttaja käsittää useita sellaisia värähtelijöitä, jotka kykenevät värähtelemään kalvon (3) lepoasennosta kaksisuuntaisesti siten, että kalvon (3) värähtelevä pinta-ala on oleellisesti samansuuruisen ja samassa kohdassa kalvoa (3) värähtelijän värähdellessä ensimmäiseen 20 suuntaan ja toiseen suuntaan.

20

4. Patenttivaatimuksen 2 tai 3 mukainen muuttaja, **tunneltu** siitä, että kuhunkin kaviteettiin (8) liittyy ainakin yksi aukko tai kanava (7), jonka välityksellä kaviteetin (8) sisätila on paineentasausyhteydessä muuttajan ulkopuoliseen ilmatilaan tai ainakin 25 johonkin toiseen kaviteettiin (8).

30

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 4 mukainen muuttaja, **tunneltu** siitä, että ainakin toinen elektrodi (1) muodostaa kiinteän rakenteen, johon liikkuva kalvo (3) on sovitettu siten, että kalvo ja elektrodi (1) koskettavat toisiaan vain tukirakenteiden (4, 5) kautta.

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 5 mukainen muuttaja, **tunneltu** siitä, että kalvo on pysyvästi varattu sähkömekaaninen eristekalvo, jonka paksuus säilyy oleellisesti samana kalvon värähdellessä.

7. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 6 mukainen muuttaja, **t u n n e t t u** siitä, että tukirakenne (4, 5) on muodostettu kiinteäksi osaksi kalvoa (3).

8. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 7 mukainen muuttaja, **t u n n e t t u** siitä, että 5 tukirakenne (4, 5), kalvo (3) ja ensimmäinen elektrodi (1) on liitetty kiinteästi yhteen yhdeksi kappaleeksi esimerkiksi liimaamalla tai hitsaamalla ja tämä kappale on asetettu tai painettu toista elektrodia (2) vasten.

9. Menetelmä sähkömekaanisen muuttajan valmistamiseksi, joka muuttaja käsittää kalvon 10 (3), kaksi elektrodia (1, 2), joiden välinen sähkökenttä on ohjattavissa tai mitattavissa, sekä tukirakenteen (4, 5), jonka varaan kalvo (3) on sovitettu värähtelemään vuorovaikutuksessa sähkökentän kanssa, **t u n n e t t u** siitä, että

- tukirakenne (4, 5) muodostetaan siten, että se käsittää useita tukipisteitä (4; 15 5) välimatkan päässä toisistaan, ja
- asemoidaan kalvo (3), elektrodit (1, 2) ja tukirakenne (4, 5) siten, että kalvoon (3) muodostuu useita rinnakkaisia värähtelijöitä.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, **t u n n e t t u** siitä, että

- valmistetaan yhdistelmäkappale, joka käsittää ensimmäisen elektrodin (1), 20 kalvon (3) sekä ainakin kalvon (3) ensimmäisen elektrodin (1) puoleisen tukirakenteen (4), ja
- yhdistelmäkappaleen valmistamisen jälkeen varataan kalvo (3) sähkövarauksella.

25 11. Patenttivaatimuksen 9 tai 10 mukainen menetelmä, **t u n n e t t u** siitä, että

- kalvo (3) liitetään tukirakenteeseen (4, 5), ensimmäiseen elektroodiin (1) tai toiseen elektroodiin (2) esimerkiksi liimaamalla tai hitsaamalla.

12. Patenttivaatimuksen 9 tai 10 mukainen menetelmä, **t u n n e t t u** siitä, että

- kalvo (3) liitetään tukirakenteen (4, 5) välijaksellä ensimmäiseen 30 elektroodiin esimerkiksi liimaamalla tai hitsaamalla.

13. Patenttivaatimuksen 11 tai 12 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kalvo (3) venytetään esijännitykseen ennen kalvon liittämistä.

14. Menetelmä kalvo-elekrodiparin valmistamiseksi sähkömekaanista muuttajaa varten,

5 **tunnettu** siitä, että

- otetaan elektrodi (1),
- otetaan kalvo (3),
- otetaan tukirakenne (4), joka on joko erillinen tukirakenne (4) tai liittyy kiinteästi elektroodiin (1) tai kalvoon (3),
- kiinnitetään elektrodi (1), kalvo (3) ja tukirakenne (4) toisiinsa siten, että kalvo (3) sijaitsee ainakin osittain välimatkan päässä elektrodista (1), ja
- varataan kiinnitetty kalvo (3) sähkövarauksella.

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kiinnitetään

15 elektrodi (1), kalvo (3) ja tukirakenne (4) toisiinsa siten, että kalvo (3) saa määrätyn esijännityksen.

(57) Tiivistelmä:

Keksintö koskee sähkömekaanista muuttajaa ja menetelmää muuttajan valmistamiseksi. Muuttaja käsittää kalvon 3, kaksi elektrodia 1, 2, joiden välinen sähkökenttä on ohjattavissa tai mitattavissa, sekä tukirakenteen 4, 5, jonka varaan kalvo 3 on sovitettu värähtelemään vuorovaikutuksessa sähkökentän kanssa. Keksinnön mukaan tukirakenne 4, 5 käsittää useita tukipisteitä 4, 5, jotka on asemoitu siten, että kalvoon 3 muodostuu useita rinnakkaisia värähtelijöitä.

(Fig. 1a)

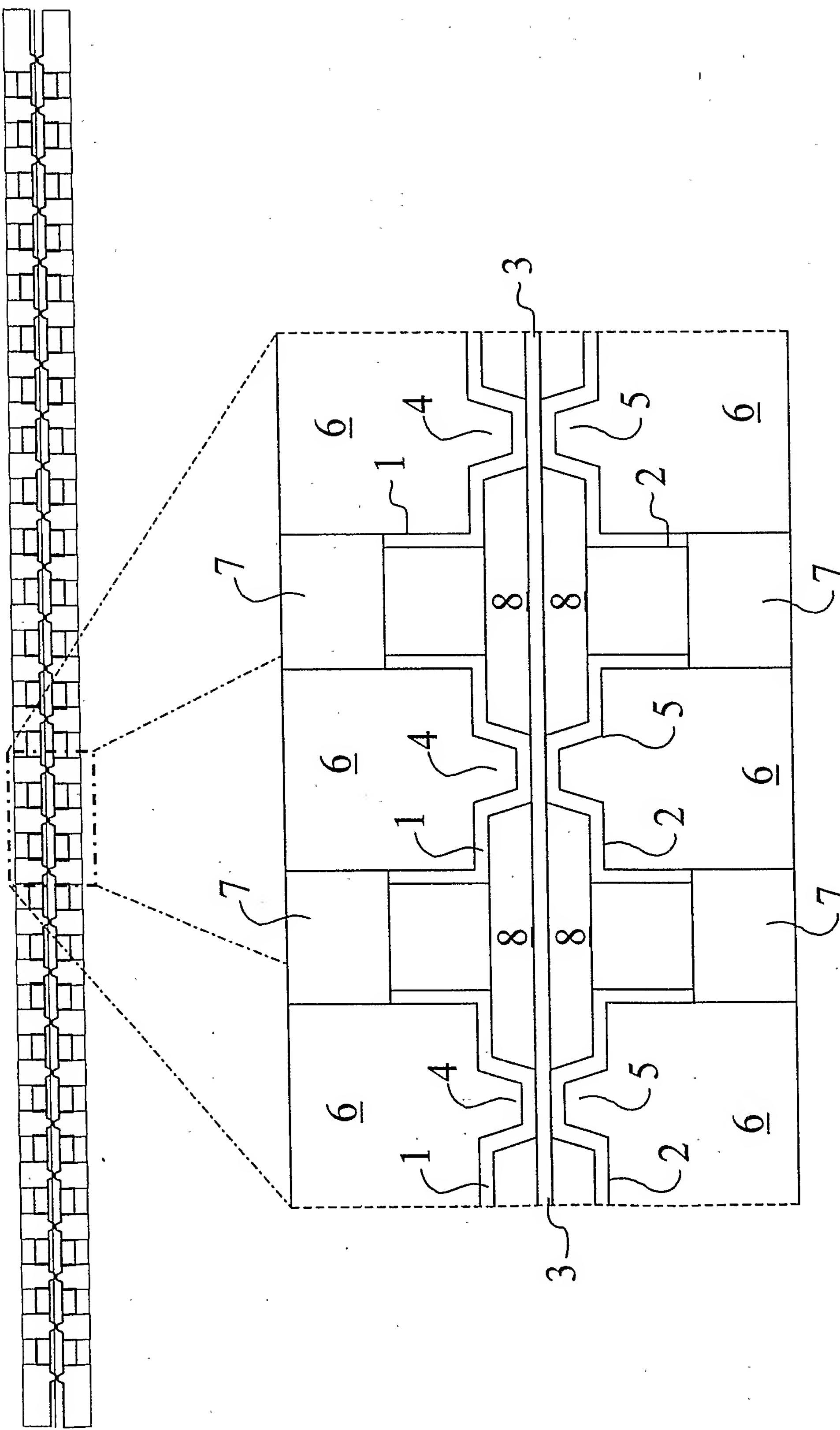


Fig. 1a

15

2

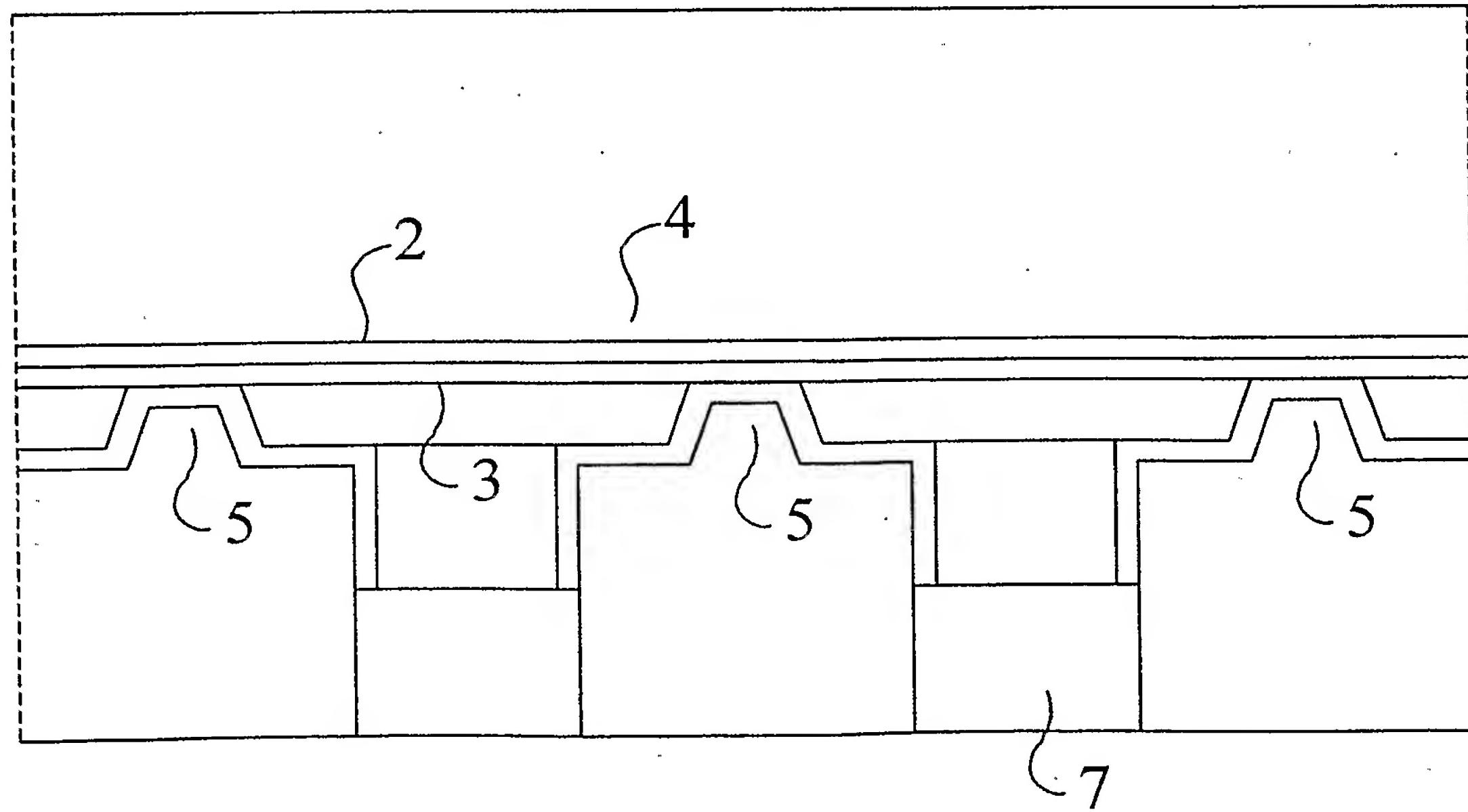
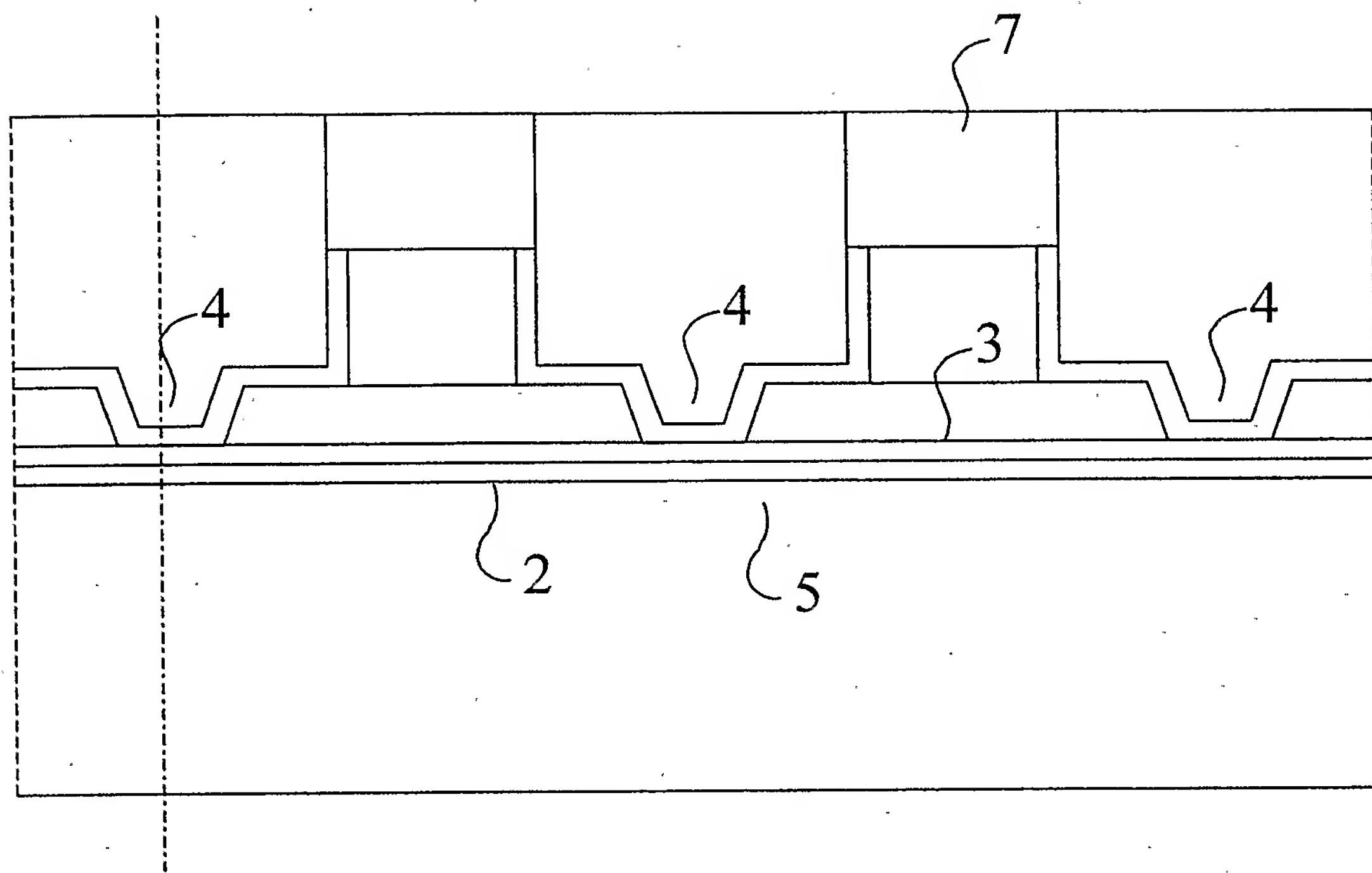


Fig. 1b

5

3

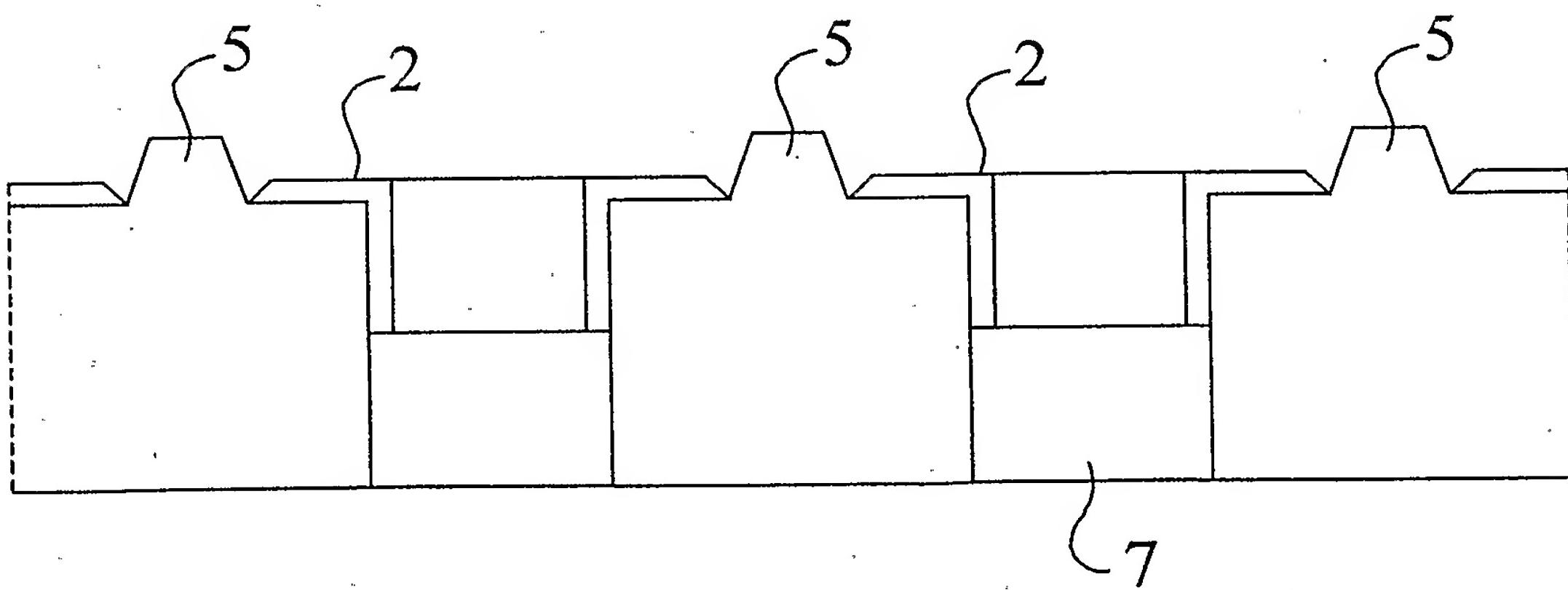
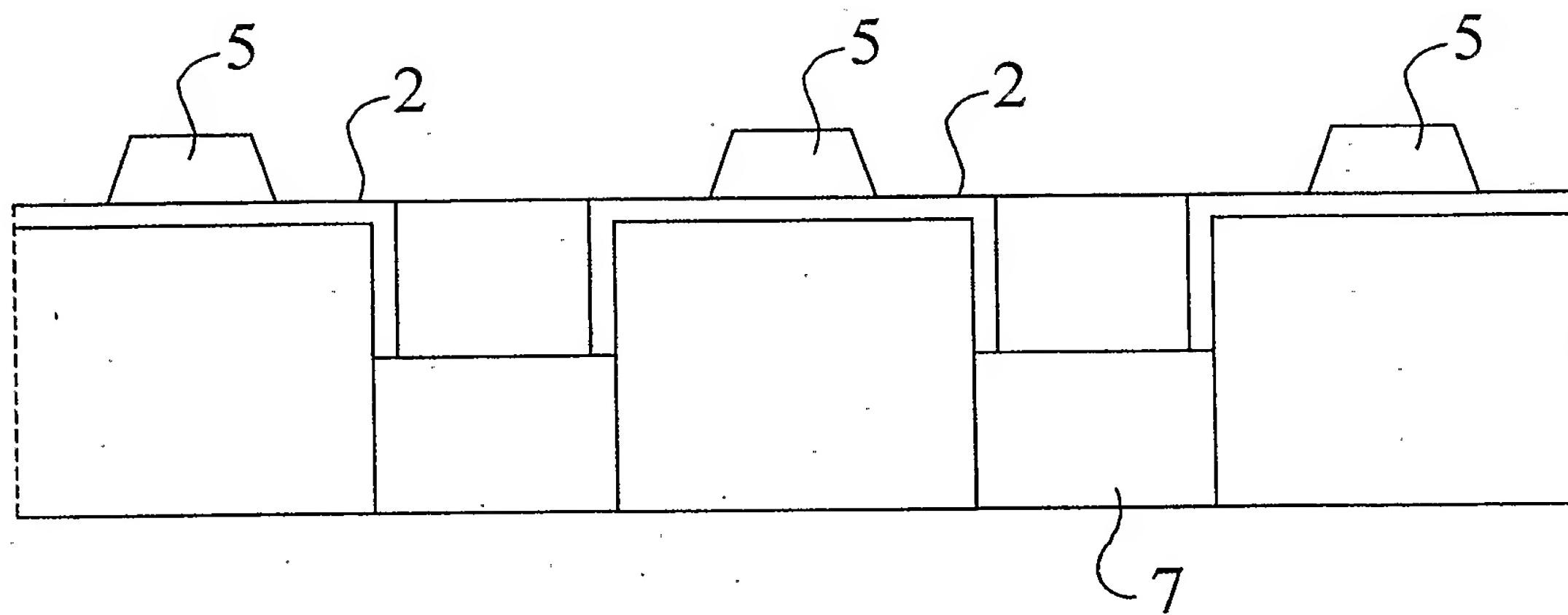


Fig. 2

15

4

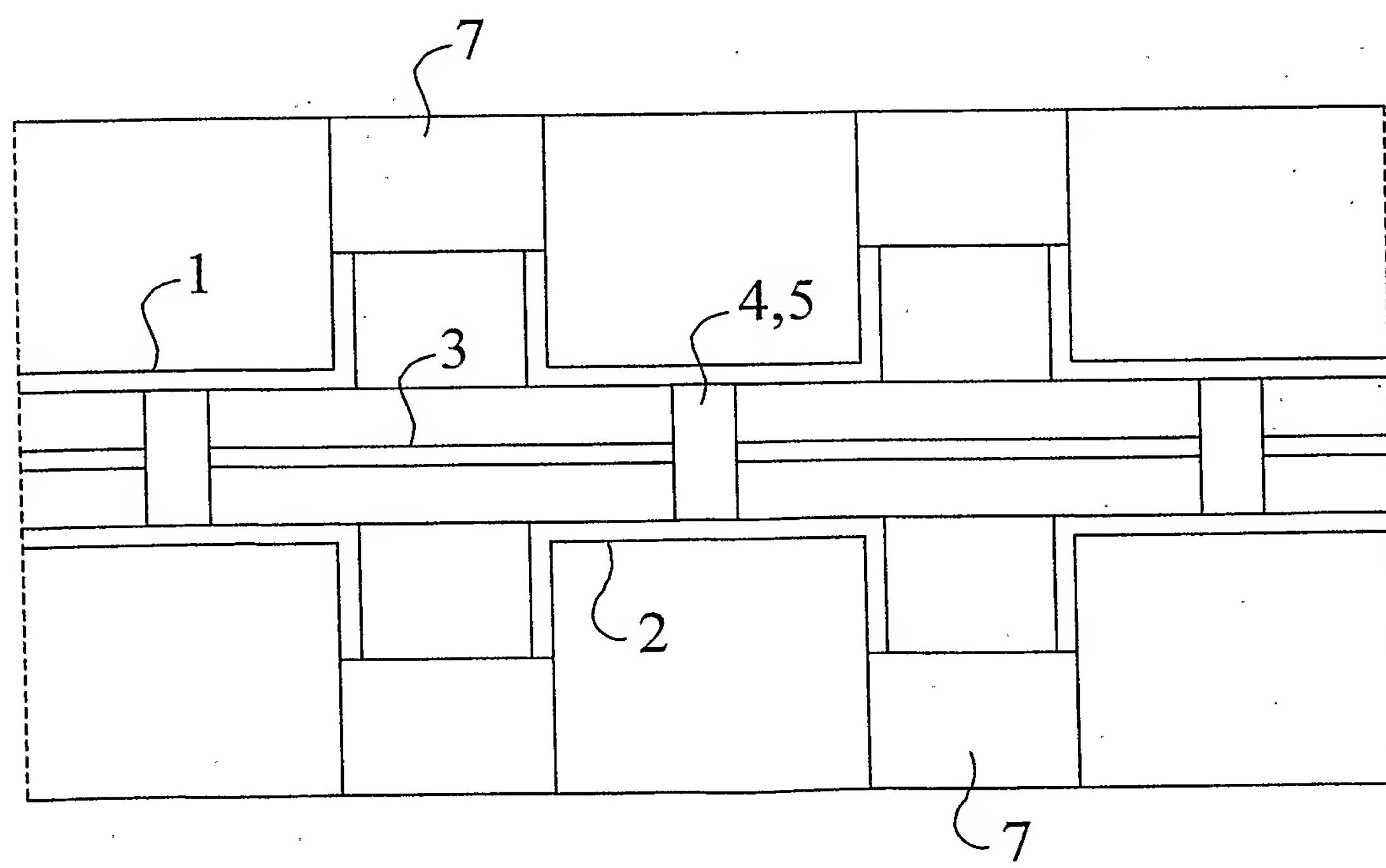
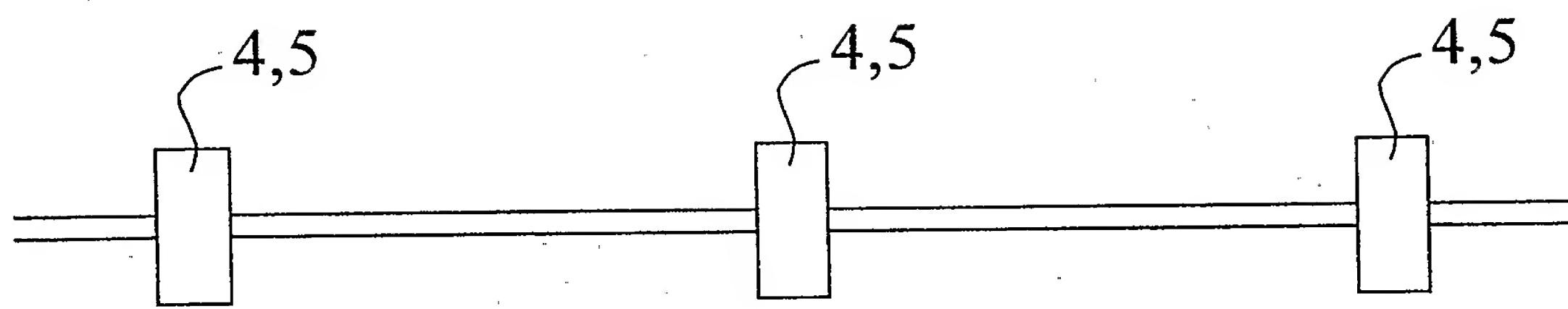


Fig. 3

5

5

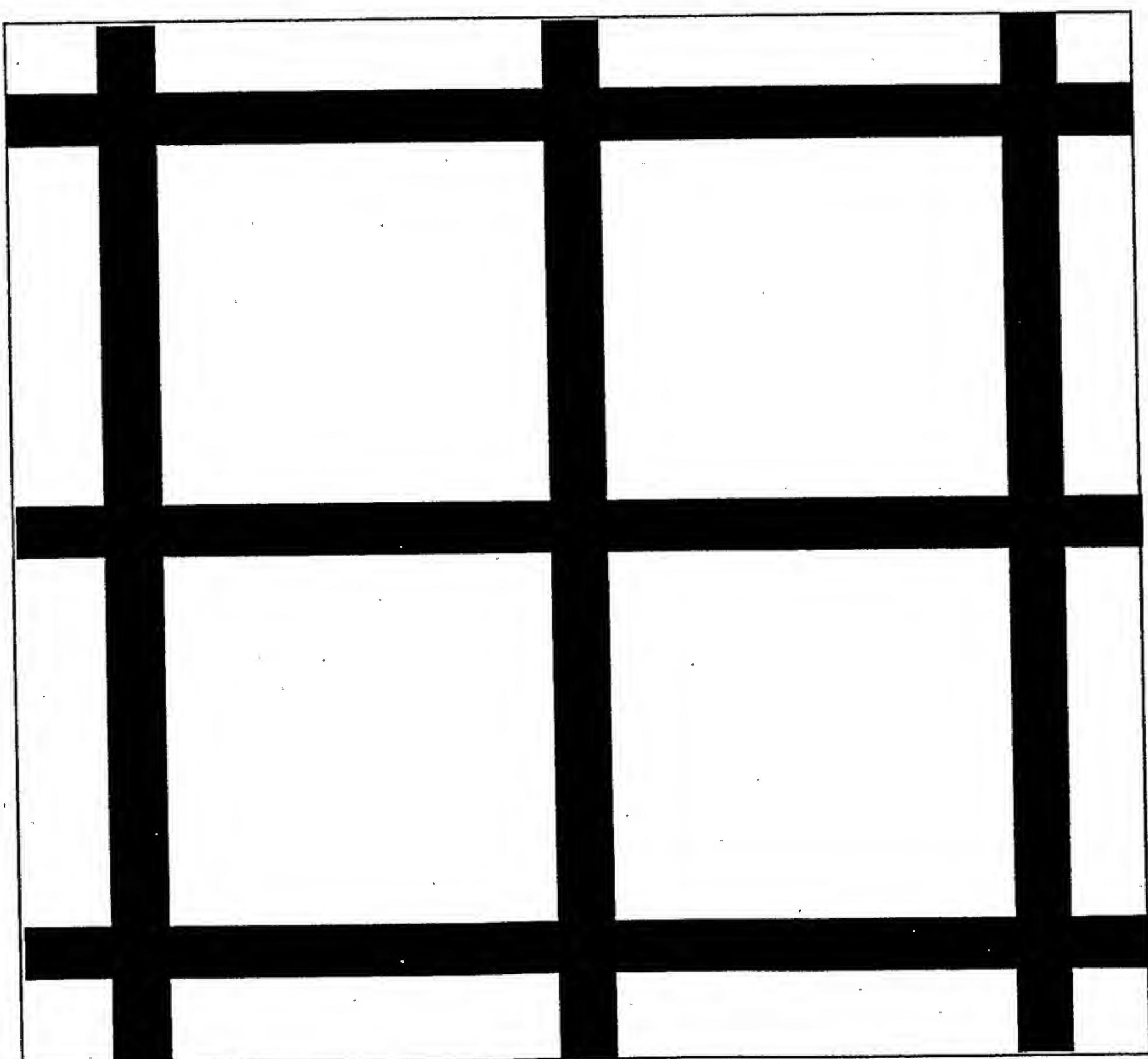


Fig. 4a

15

b

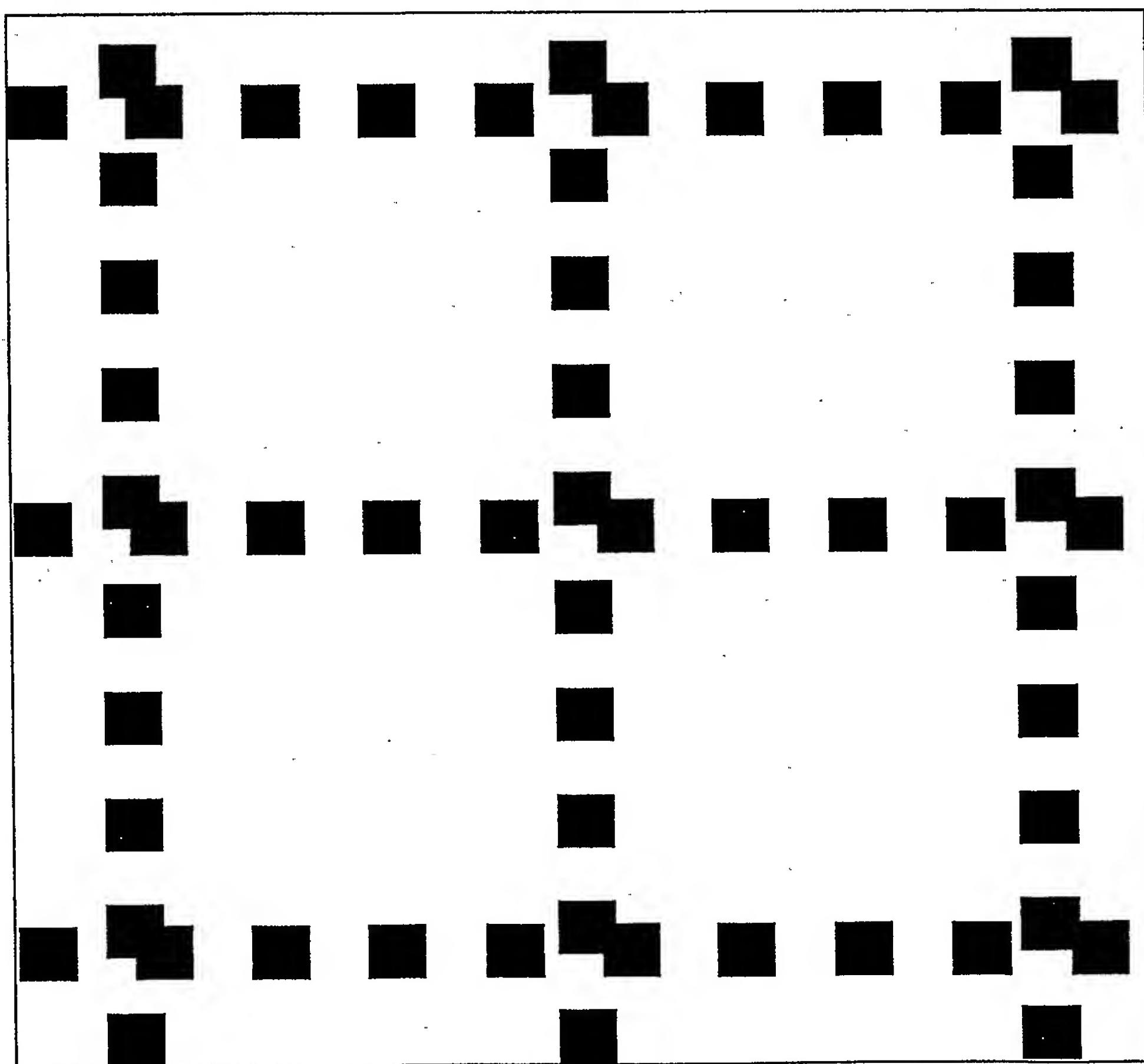


Fig. 4b

15

7

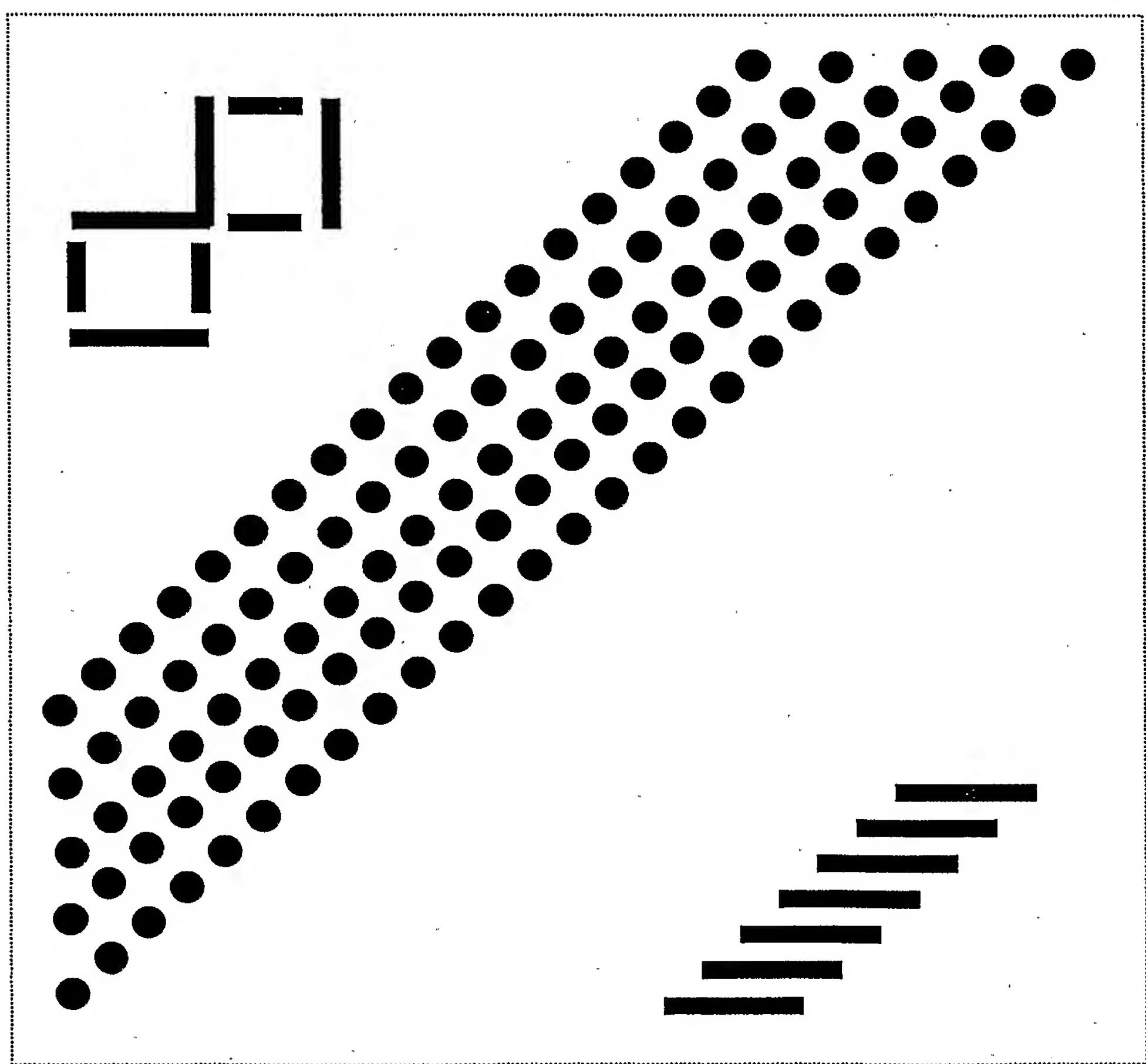


Fig. 4c